

## НАНОЦИСТЕИНАТЫ ЖЕЛЕЗА В РАЦИОНАХ С АКТИВИРОВАННЫМ КОРМОМ ДЛЯ МЯСОЯИЧНЫХ ЦЫПЛЯТ

**И.Ю. Клемешова**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**З.Н. Алексеева**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**В.А. Реймер**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Е.В. Тарабанова**, кандидат биологических наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия*

**E-mail:** klemeshova-inna@mail.ru

**Ключевые слова:** нанохелаты, цистеинат железа, цыплята, активированный корм, живая масса, среднесуточный прирост.

**Реферат.** Представлены результаты оценки действия разных размеров наночастиц цистеината железа как альтернативы использованию в рационах сельскохозяйственной птицы неорганического железа для обеспечения минерального баланса. Установлено, что замена неорганической соли  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  наноцистеинатом железа размером 20 и 100 нм в рационах мясоичных цыплят сказывается положительно. Живая масса молодняка в группе с использованием наноцистеината железа с размером частиц 20 нм превосходила контроль на 33,3 %, 100 нм – на 31,6 %. Использование наноцистеината железа с размером частиц 300 нм привело к снижению показателя на 17,5 %. Совместное использование активированного зерна и хелатов увеличивает показатели продуктивности птицы. Так, среднесуточные приросты были выше на 8,6 – 10,7 – 19,5 % соответственно по сравниваемым группам опыта. За 40-дневный период выращивания цыплят на активированном корме средняя живая масса в контроле составляла 552,0 г. Внесение нанохелатов железа обеспечило увеличение показателей в 6-й и 7-й группах на 148 и 156 г соответственно, или на 21,2 и 22,0 %. При этом в 8-й группе наблюдалось отставание цыплят в росте как в сравнении с контролем, так и с группами 6–7, где размеры частиц наноцистеината железа составляли 20 и 100 нм. Роль хелатов железа в формировании среднесуточного прироста на неактивированном и активированном фоне идентична и варьирует в пределах 3,2–3,4 г в группах 2 и 3; 6 и 7. При сравнении аналогичных пар групп, выращиваемых на неактивируемом и активируемом кормах с одинаковым внесением наноцистеината железа, показатели были выше у молодняка птицы, растущего на активированном корме: группы 2 и 6 – на 8,6 %; 3 и 7 – на 10,7 %; 4 и 8 – на 19,5 %.

## IRON NANOCYSTEINATES IN DIETS WITH ACTIVATED FEED FOR MEAT-BASED CHICKENS

**I.Yu. Klemeshova**, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

**Z.N. Alekseeva**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**V.A. Reimer**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**E.V. Tarabanova**, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia*

**E-mail:** klemeshova-inna@mail.ru

**Keywords:** nano chelated, iron cysteine, chickens, activated feed, live weight, average daily gain

**Abstract.** The results of evaluating the effect of different sizes of iron cysteine nanoparticles as an alternative to using inorganic iron in poultry diets to ensure mineral balance are presented. It has been established that replacing the inorganic salt  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  with iron nanocysteinate of 20 and 100 nm in size in the diets of meat-egg chickens has a positive effect. The live weight of young animals in the group using iron nanocysteinate with a particle size of 20 nm exceeded the control by 33.3% and 100 nm by 31.6%. Using iron nanocysteinate with a particle size of 300 nm decreased the indicator by 17.5%. The combined use of activated grain and chelates increases poultry productivity. Thus, the average daily increases were higher by 8.6 – 10.7 – 19.5% for the compared experimental groups. Over the 40 days of raising chickens on activated feed, the average live weight in the control was 552.0 g. The addition of iron nano chelates increased indicators in the 6th and 7th groups by 148 and 156 g, respectively, or by 21.2 and 22.0%. At the same time, in group 8, chickens were stunted in growth compared to the control and

groups 6–7, where the particle sizes of iron nanocysteinate were 20 and 100 nm. Iron chelates' role in forming average daily growth on non-activated and activated backgrounds is identical and varies between 3.2–3.4 g in groups 2 and 3; 6 and 7. When comparing similar pairs of groups raised on non-activated and activated feeds with the same addition of iron nanocysteinate, the indicators were higher in young poultry growing on activated feed: groups 2 and 6 - by 8.6%; 3 and 7 - by 10.7%; 4 and 8 - by 19.5%.

Актуальность настоящей работы связана с поиском средств, снижающих токсикологическую нагрузку ингредиентов химического и микробного синтеза, вводимых в рационы кормления сельскохозяйственной птицы на промышленных предприятиях. Промышленное производство птицепродукции направлено на ускоренное выращивание мясных цыплят-бройлеров – за 40–42 дня и получение свыше 300 яиц в год от одной несушки. Это обязывает производителей использовать любые средства, в том числе и неорганической природы, для балансирования по питательной ценности, минеральному и витаминному составу рационов кормления птицы, а также регулярно применять антибиотики для поддержания гомеостаза популяции. Возникает противоречие между обществом, интерес которого направлен на получение органической продукции, и производителем, преследующим коммерческий интерес. Вопрос может быть решён при замене химических ингредиентов их органическими аналогами.

Любые действия, направленные на поиск альтернативной и эффективной замены веществ неорганической природы при выращивании сельскохозяйственной птицы, представляются оправданными с экологических позиций. Прежде всего, необходимо максимально использовать свойства самих кормов, носителей и питательных, и минеральных, и витаминных веществ, обеспечивающих физиологические потребности животных. С другой стороны, для замены любого ингредиента химической природы на органический необходимо его выявить и оценить действия на объекте назначения.

На сегодня основу рационов в птицеводстве составляет фуражная пшеница, доля которой в структуре рациона более 60 %. Увеличение её переваримости возможно при использовании предварительной подготовки зерна методом активирования. Метод связан с измельчением до размера кормовых частиц 200–400 мкм значительной доли зерна (до 70%). Измельчение увеличивает переваримость питательных веществ [1]. Вопросам увеличения переваримости питательных веществ корма в литературе уделяется много внимания. Наибольшее признание получили такие способы подготовки зерна к скармливанию, как экструдирование и экспандирование [2–4].

В основу такой подготовки зерна к скармливанию положено действие высоких температур (120–150 °С) и высокого давления, в результате чего происходит разрыв клеточных оболочек, что увеличивает площадь контакта пищеварительных ферментов с субстратом. Существенным недостатком указанных способов является разрушение молекулярной структуры незаменимых аминокислот. По данным М. Thormählen [5], биологическая ценность всех незаменимых аминокислот, особенно лизина, снижается на 62 %. Предлагаемое нами активирование зерна с дальнейшим гранулированием не превышает температурного предела 60°С.

Активированию может быть подвергнуто любое зерновое сырьё [6, 7]. В настоящем опыте использовали фуражную пшеницу в рационе кормления молодняка яичной птицы.

Относительно хелатов переходных металлов имеется информация о том, что активно обсуждается вопрос замены неорганических солей жизненно необходимых микроэлементов в рационах сельскохозяйственной птицы их органическими формами, называемыми хелатами [9]. Хелат – это соединение переходного металла с аминокислотой. Преимущество хелата перед химической солью того же элемента состоит в том, что прочная связь металла с аминокислотой препятствует взаимодействию его с другими веществами в желудочно-кишечном тракте птицы, поэтому хелат не является антагонистом для других микроэлементов. Хелаты благодаря аминокислоте легко проникают через кишечную стенку и достигают клеток-потребителей. Инициатором движения за использование в рационах хелатированных форм микроэлементов выступают США, фирма «Оллтек» [10–13].

Биоплексы, поставляемые в Россию, испытывались на цыплятах-бройлерах в качестве альтернативной замены химических солей с положительным эффектом [9, 11]. Идея нашла широкую поддержку в научной среде [14–16].

В настоящих опытах использован наноцистеинат железа, синтезированный в Институте катализа и синтеза СО РАН РФ.

Цель настоящей работы заключалась в оценке влияния наноцистеината железа на фоне рациона из активированного корма на продуктивность мясо-яичных цыплят.

Были поставлены следующие задачи:

– определить влияние разных форм нанодистеината железа на интенсивность роста и сохранность молодняка при введении нанохелатов в рационы кормления;

– оценить совместное действие от активированной зерновой части рациона и введения в него цистеината железа на интенсивность роста и сохранность молодняка.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящих опытах использована активированная пшеница, в которой доля мелкой фракции (200–400 мкм) составляет около 70%. Цистеин является перспективным лигандом, так как это мощный антиоксидант, предотвращающий повреждение клеточных мембран;

он способствует образованию коллагена, связывает тяжёлые металлы, играет важную роль в активации лейкоцитов и лимфоцитов. Для испытаний были представлены три формы нанодистеината железа в виде частиц размером 20 – 100 – 300 нм.

Тест-объектом для испытаний служили суточные мясояичные цыплята Хайсекс Браун (курички). Каждый цыплёнок был помещён в отдельный отсек клетки, обеспечен индивидуально водой и кормом. Наблюдения продолжались с суточного до 40-дневного возраста по приведённой схеме (табл. 1). Работа выполнялась на птицефабрике «Бердская» Новосибирской области.

Таблица 1

Схема опыта  
Experience scheme

Группа	Средняя живая масса на начало опыта, г	Количество голов	Рацион
1-я (контрольная)	35,7 ± 0,6	10	ОР <sub>1</sub> – на основе неактивированной пшеницы + 0,025 г/кг FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
2-я опытная	35,3 ± 0,3	10	ОР <sub>1</sub> + нанодистеинат железа 20 нм 0,0025 г/кг
3-я опытная	36,0 ± 0,5	10	ОР <sub>1</sub> + нанодистеинат железа 100 нм 0,0025 г/кг
4-я опытная	35,8 ± 0,4	10	ОР <sub>1</sub> + нанодистеинат железа 300 нм 0,0025 г/кг
5-я опытная	35,4 ± 0,4	10	ОР <sub>2</sub> – на основе активированной пшеницы + 0,025 г/кг FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
6-я опытная	35,5 ± 0,7	10	ОР <sub>2</sub> + нанодистеинат железа 20 нм 0,0025 г/кг
7-я опытная	35,7 ± 0,3	10	ОР <sub>2</sub> + нанодистеинат железа 100 нм 0,0025 г/кг
8-я опытная	35,6 ± 0,5	10	ОР <sub>2</sub> + нанодистеинат железа 300 нм 0,0025 г/кг

В контроле (1-я и 5-я группы) в кормосмесь внесено сернокислое, закисное, семиводное железо FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O из расчёта 25 г/т согласно нормам потребности птицы. Контроль 1 – обычное дробление пшеницы, контроль 5 – пшеница активированная. В опытных группах FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O заменено нанохелатными формами железа из расчёта снижения дозы в 10 раз, что составило 0,0025 г/кг. Три формы железа представлены размерами частиц 20 – 100 – 300 нм.

По показателям среднесуточных приростов и сохранности цыплят к окончанию эксперимента оценивали действие хелатов железа с разным размером частиц на продуктивность

молодняка и определяли степень влияния активирования с совместным использованием нанодистеината железа. Полученные материалы обработаны с использованием программы M. Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Степень влияния разных форм нанодистеината железа с частицами разных размеров на показатели роста мясо-яичных цыплят показана в табл. 2.

Таблица 2

**Влияние разных форм наночистеината железа с частицами разных размеров на интенсивность роста мясояичных цыплят при выращивании на неактивированном корме**  
**The influence of different forms of iron nanocysteinate with particles of different sizes on the growth rate of meat-egg chickens when raised on non-activated feed**

Группа	Средняя живая масса, г	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
1-я	480,0 ± 3,8	12,0 ± 0,3	100
2-я	640,0 ± 6,1 ***	16,0 ± 0,5*	100
3-я	632,0 ± 7,3 ***	15,8 ± 0,6*	100
4-я	396,0 ± 4,8 **	9,9 ± 0,4	100

Примечание. Здесь и далее: \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*<0,001

Мясояичные цыплята являются медленнорастущим молодняком, показатели среднесуточных приростов находятся в пределах 9,9 – 16,0 г, в зависимости от этого средняя живая масса птицы значительно различалась на момент завершения опыта. Учитывая тот факт, что на начало опыта живая масса цыплят была идентичной (35,3–35,8 г), полученный эффект оказался значителен. При сравнении показателей средней живой массы между контрольной (1) и опытными группами (2–3) разница составила 160 и 152 г (33,3–31,8 %) соответственно.

При этом нанохелатная форма 4-й группы не оказала положительного влияния в сравнении с контролем, более того, отмечено достоверное снижение на 17,5 % средней живой массы в сравнении как с контролем, так и остальными опытными группами. При этом ни в одном из вариантов не наблюдалось гибели цыплят.

Параллельно оценивалось значение кормового фона. В какой степени подготовка зернового средства влияет на эффективность использования хелатов, отражено в табл. 3.

Таблица 3

**Влияние разных форм наночистеината железа разного размера на интенсивность роста мясояичных цыплят при выращивании на активированном корме**  
**The influence of different forms of iron nanocysteinate of various sizes on the growth rate of meat-egg chickens when raised on activated feed**

Группа	Средняя живая масса, г	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
5-я	552,0 ± 4,5	13,8 ± 0,7	100
6-я	700,0 ± 9,6 **	17,5 ± 0,9	100
7-я	708,0 ± 7,4 **	17,7 ± 0,9	100
8-я	492,0 ± 4,8*	12,3 ± 0,4	100

За 40-дневный период выращивания цыплят на активированном корме средняя живая масса в контроле составляла 552,0 ± 4,5 г. Внесение нанохелатов железа обеспечило увеличение показателей в 6-й и 7-й группах на 148 и 156 г соответственно, или на 21,2–22,0 %. При этом в 8-й группе наблюдалось отставание цыплят в росте как в сравнении с контролем, так и с группами 6-й и 7-й, где размер частиц на-

ночистеината железа составлял 20 и 100 нм. Разница в отрицательную сторону составила 60 – 208 – 216 г, или 10,9 – 29,7 – 30,5 %.

Таким образом, отмечается факт угнетения роста цыплят от внесения наночистеината железа с размерами 300 нм независимо от подготовки корма.

Поскольку опыт выполнялся при идентичных по всем параметрам условиях, то представ-

лялось целесообразным принять во внимание роль подготовки зернового сырья. Из сравнения среднесуточных приростов цыплят в контрольных группах следует, что эффективность от активирования составляет 13 %.

О положительной роли активирования зернового сырья при выращивании сельскохозяйственной птицы сообщается в работах З.Н. Алексеевой с соавторами [1, 6, 7]. Тонина

помола увеличивает площадь контакта пищеварительных ферментов с кормом, что повышает переваримость питательных веществ корма и, как следствие, возрастает среднесуточный прирост птицы. Определив по разности среднесуточных приростов между контрольными группами долю влияния активирования (13 %), можно предположить, что остальные 87 % приходятся на эффект действия нанохелатов (рис. 1).

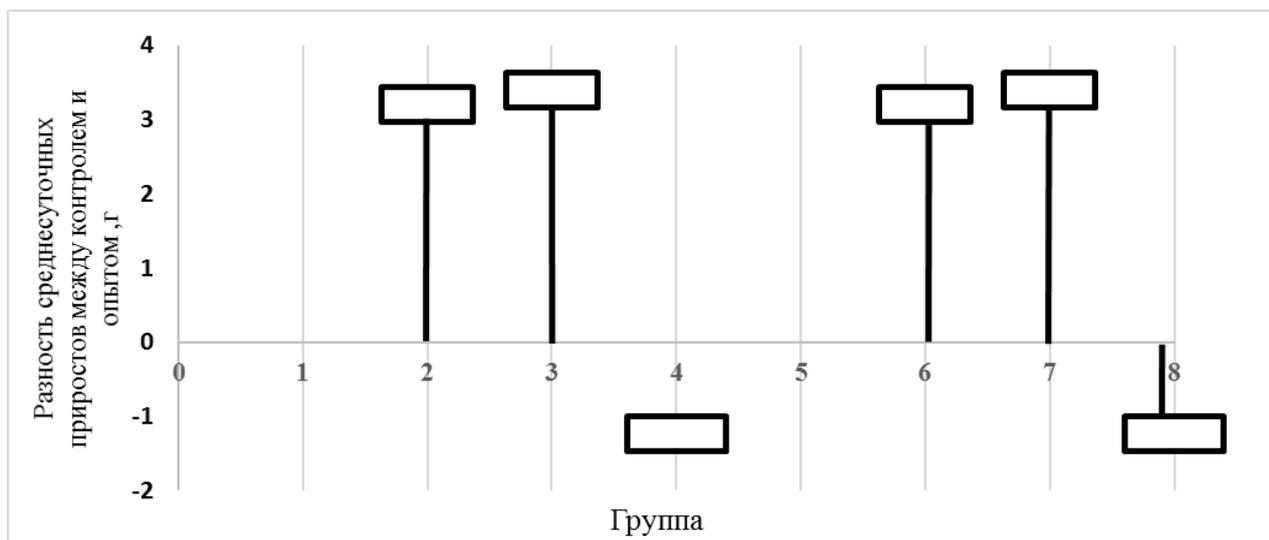


Рис. 1. Влияние нанохелатов железа на величину среднесуточного прироста живой массы мясояичных цыплят (за минусом 13 %)

The influence of iron nano chelates on the average daily increase in live weight of meat-egg chickens (minus 13%)

Роль хелатов железа в формировании среднесуточного прироста на неактивированном и активированном фоне идентична и варьирует в пределах 3,2–3,4 г в группах 2-й и 3-й; 6-й и 7-й. При этом минус 1,23 г в сравнении с контрольными группами отмечается в группах 4-й и 8-й.

Наиболее наглядно совместное действие кормового фона и наноцистеината железа с частицами разных размеров можно выразить графически на основе данных интенсивности роста цыплят (рис. 2).

На основании показателей среднесуточных приростов цыплят параллельных групп оценивали совместное действие кормового фона и внесённых нанохелатов железа с частицами разных размеров. Так, сравнение аналогичных пар групп, выращиваемых на неактивируемом и активируемом кормах с одинаковым внесением наноцистеината железа, показывает, что

приросты были выше у молодняка птицы, растущего на активированном корме: групп 2-й и 6-й – на 8,6 %; 3-й и 7-й – на 10,7 %; 4-й и 8-й – на 19,5 %.

Следует отметить, что хелат железа с размерами наночастиц 300 нм как на неактивированных, так и активированных рационах действует угнетающе на интенсивность роста цыплят. Имеются данные, что частицы размером до 300 нм попадают в кровоток и могут быть токсичны, поэтому для каждого вида животных необходимо отрабатывать свои дозы внесения нанохелатов в рационы кормления [14].

Передозировка железа угнетает антиоксидантную систему организма и приводит к усилению перекисного окисления липидов, воздействуя на SH-группы белков, вызывает их денатурацию и инактивирует ферменты [17].

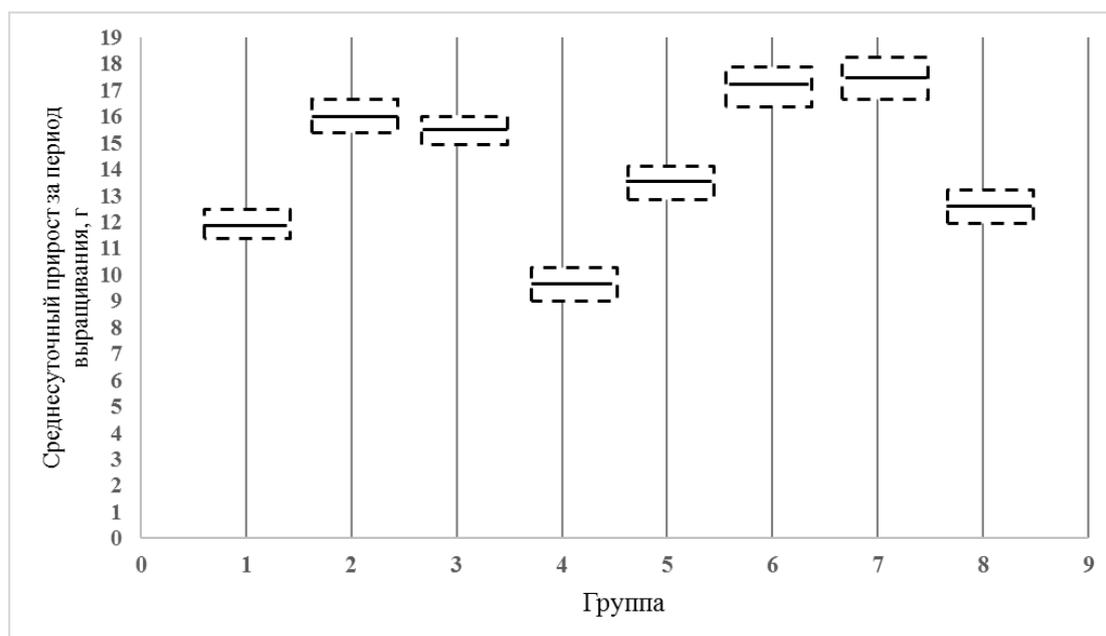


Рис. 2. Среднесуточный прирост мясояичных цыплят в зависимости от сочетания кормового фона и разных размеров частиц наночистеината железа:

\_\_\_\_\_ среднесуточный прирост,  
 - - - - - отклонение от средней

Average daily growth of meat-egg chickens depending on the combination of feed background and different sizes of iron nanocysteinate particles:

\_\_\_\_\_ average daily increase,  
 - - - - - deviation from the average

## ВЫВОДЫ

1. Наночистеинаты железа с размерами частиц 20 и 100 нм оказывают стимулирующее воздействие на метаболизм цыплят в период раннего онтогенеза. Увеличение средней живой массы птицы в сравнении с контролем составило в группе с использованием наночистеината железа с размером частиц 20 нм 33,3 %, 100 нм – 31,6 %. Включение в рацион наночистеината железа с размером частиц 300 нм снижает продуктивность на 17,5 %.

2. Подготовка зерновой части рациона путём активирования субстрата до размеров кормовых частиц 200 – 400 мкм усиливает эффективность действия нанохелата железа на 13 %.

3. Совместное использование в кормлении мясояичных цыплят активированного зернового субстрата и 0,0025 г/кг наночистеинатов железа с размерами частиц 20 и 100 нм увеличивает среднесуточные приросты в сравнении с неактивированным зерном на 8,6 – 10,7 – 19,5 % соответственно группам опыта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Активированные корма из отходов зернового производства* / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, А.В. Сивильгаев [и др.]. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2009. – 134 с.
2. *Особенности процесса экспандирования* / Л. Бойко, В. Зоткин, Н. Петров, Н. Чернышев, А. Николаев, А. Грищенко // *Комбикорма*. – 2002. – № 5. – С. 21–22.
3. *Парфенов В.* Влияние параметров гранулирования на эффективность процесса и качество гранул // *Комбикорма*, 2002. – № 5. – С. 19–20.
4. *Разработка ресурсосберегающей технологии рассыпных экспандированных комбикормов* / А.А. Шевцов, В.Н. Василенко, О.Н. Ожерельев, А.А. Петров // *Кормопроизводство*. – 2007. – № 10. – С. 23–25.

5. *Thormällén M.* Veränberungen der Beserukohlehy drate bei verschidenen konsercierungs verfahren von körnemais // *Ubers Terenähr.* – 1979. – Vol. 7. – P. 176–179.
6. Активированные корма из отходов зернового производства / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова, Л.А. Чупина // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2007. – № 10. – С. 50–53.
7. Замена зерна активированным кормом / З. Алексеева, В. Реймер, И. Клемешова, Д. Алексеев // *Животноводство России.* – 2008. – № 10. – С. 35–36.
8. Производство активированных кормов из зерновых отходов / З. Алексеева, В. Реймер, И. Клемешова, Д. Алексеев // *Комбикорма.* – 2008. – № 8. – С. 50.
9. *Органические* формы микроэлементов в кормлении сельскохозяйственной птицы: метод. Рекомендации / под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2010. – 43 с.
10. Минеральные хелаты содействуют обеспечению биологической ценности / Д. Ричардс, М.К. Мананги, Д.Дж. Дабнер, С. Картер // *Животноводство России.* – 2011. – № 8. – С. 10–12.
11. *Егоров И., Андрианова Е., Воронин С.* L-аспаргинаты микроэлементов в комбикормах для кур-несушек // *Птицеводство.* – 2013. – № 10. – С. 7–9.
12. *Паркер Д.* Положительное влияние микроэлементов, хелатированных метионин-гидроксианалогом, на здоровье и продуктивность несушек // *Птицеводство.* – 2013. – № 6. – С. 24–26.
13. *Бурдоне А.* Хелаты микроэлементов: успешный откорм и переработка // *Животноводство России.* – 2015. – № 7. – С. 38–40.
14. *Misbahov I.I.* Physiological mechanisms of antianemic and antioxidant activity of chelated compounds of biogenic metals: Doctoral dissertation. – Kazan, 2010.
15. *Влияние* металлохелатов на биохимические показатели крови животных И.И. Мисбахов, Н.Д. Клинцева, Т.Р. Гайсина, Г.П. Логинов // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана,* 2010. – № 4 (203). – С. 162–166.
16. *Impact* chelated metals proteinate on histological structure of the internal organs of pigs / V.P. Nadeeva, T.A. Fedorina, M.G. Chaban, R. V. Nekrasov // *Agricultural science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them: materials of the V-th international scientific and practical conference.* June 11, 2013. – Ulyanovsk: UGCHA im. P. A. Stolypin, 2013.
17. *Mineralstoffe, Vitamine, Ergotropika* / A. Hening, M. Anke, H. Bocker [et al.]. – Berlin, VEB deutscher Landwirtschaftsvoring, 1972. – 363 p.

## REFERENCES

1. Alekseyeva Z.N., Reymer V.A., Sivil'gayev A.V. [i dr.], Aktivirovannyye korma iz otkhodov zernovogo proizvodstva (Activated feed from grain production waste), Novosibirsk: Agro-Sibir, 2009, 134 p.
2. Boyko L., Zotkin V., Petrov N., Chernyshev N., Nikolayev A., Grishchenko A., Kombikorma, 2002, No. 5, pp. 21–22. (In Russ.)
3. Parfenov V., Kombikorma, 2002, No. 5, pp. 19–20. (In Russ.)
4. Shevtsov A.A., Vasilenko V.N., Ozherel'yev O.N., Petrov A.A., Kormoproizvodstvo, 2007, No. 10, pp. 23–25. (In Russ.)
5. Thormällén M., Veränberungen der Beserukohlehy drate bei verschidenen konsercierungs verfahren von körnemais, *Ubers Terenähr*, 1979, Vol. 7, pp. 176–179.
6. Alekseyeva Z.N., Reymer V.A., Klemeshova I.YU., Chupina L.A., *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2007, No. 10, pp. 50–53. (In Russ.)
7. Alekseyeva Z., Reymer V., Klemeshova I., Alekseyev D., *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2008, No. 10, pp. 35–36. (In Russ.)
8. Alekseyeva Z.N., Reymer V., Klemeshova I., Alekseyev D., *Kombikorma*, 2008, No. 8, p. 50. (In Russ.)

9. Organicheskiye formy mikroelementov v kormlenii sel'skokhozyaystvennoy ptitsy (Organic forms of trace elements in the feeding of poultry), Pod obshch. redaktsiyey V.I. Fisina, Sergiyev Posad, 2010, 43 p.
10. Richards D., Manangi M.K., Dabner D.Dzh., Karter S., Zhivotnovodstvo Rossii, 2011, No. 8, pp. 10–12. (In Russ.)
11. Yegorov I., Andrianova Ye., Voronin S., Ptitsevodstvo, 2013, No. 10, pp. 7–9. (In Russ.)
12. Parker D., Ptitsevodstvo, 2013, No. 6, pp. 24–26. (In Russ.)
13. Burdone A., Zhivotnovodstvo Rossii, 2015, No. 7, pp. 38–40. (In Russ.)
14. Misbahov I.I., Physiological mechanisms of antianemic and antioxidant activity of chelated compounds of biogenic metals, Doctoral dissertation, Kazan, 2010.
15. Misbahov I.I., Klintsova N.D., Gaysina T.R., Loginov G.P., Uchonje zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii of Veterinarnoy Meditsiny im. N.A. Baumana, 2010, No. 4 (203), pp. 162–166. (In Russ.)
16. Nadeeva V.P., Fedorina T.A., Chaban M.G., Nekrasov R.V., Impact chelated metals proteinate on histological structure of the internal organs of pigs, Agricultural science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them: materials of the V-th international scientific and practical conference. June 11, 2013, Ulyanovsk: UGCHA im. P. A. Stolypin, 2013.
17. Hening A., Anke M., Bocker H. [et al.], Mineralstoffe, Vitamine, Ergotropika, Berlin, VEB deutscher Landwirtschaftsvoring, 1972, 363 p.